

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dituliskan tentang teori-teori yang akan digunakan untuk mengerjakan tugas akhir. Materi yang dituliskan pada bab ini bersumber dari buku dan jurnal. Pada bab ini juga akan dicantumkan beberapa penelitian terdahulu yang mendukung untuk tugas akhir ini.

2.1 Persediaan

Persediaan muncul karena memang direncanakan atau merupakan akibat dari ketidaktahuan terhadap suatu informasi. Menurut Pujawan (2005), perusahaan yang mempunyai persediaan karena sengaja akan membuat produk lebih awal atau lebih banyak dalam waktu tertentu, ada juga karena merupakan akibat dari permintaan yang terlalu sedikit dibandingkan dengan perkiraan awal. Menurut Prawirosentono (2005), persediaan merupakan sebuah kekayaan yang terdapat dalam perusahaan dalam bentuk bahan baku (*raw material*), barang setengah jadi (*work in process*), dan barang jadi (*finished goods*). Pada prinsipnya, persediaan merupakan suatu sumber daya yang menganggur (*idle resources*) yang keberadaannya menunggu untuk proses lebih lanjut. Maksud dari proses lebih lanjut disini berupa kegiatan produksi seperti dijumpai pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti yang dijumpai pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi seperti yang dijumpai pada sistem rumah tangga, perkantoran dan sebagainya (Bahagia, 2006). Sebagai sumber daya menganggur atau persediaan, keberadaannya dianggap sebagai pemborosan (*waste*) dan artinya menambah beban bagi suatu unit usaha dalam bentuk ongkos yang lebih tinggi. Oleh karena itu keberadaannya perlu dieliminasi. Bila tidak mungkin untuk dieliminasi, keberadaannya harus diminimalkan dengan tetap menjamin kelancaran pemenuhan permintaan pengguna.

2.2 Fungsi persediaan

Persediaan muncul akibat tidak sinkronnya jumlah permintaan dengan jumlah barang yang tersedia dan waktu yang digunakan untuk memproses barang tersebut. Oleh karena itu, perusahaan memiliki inisiatif untuk menerapkan sistem persediaan agar suplai barang selama proses produksi dan pemasaran berjalan stabil.

Persediaan bahan baku dan komponen pendukung dapat mengurangi ketidakpastian dari proses produksi, karena adanya fluktuasi dalam penyediaan bahan baku dan kemungkinan terjadinya kerusakan mesin pada saat proses produksi. Oleh sebab itu, dengan adanya persediaan dapat menyangga (*buffer*) proses produksi agar tetap berjalan. Menurut Tamodia (2013), Persediaan memiliki peranan yang sangat penting untuk menjaga jalannya operasi perusahaan terhadap permintaan yang fluktuatif. Beberapa kegunaan adanya persediaan diantaranya adalah meminimalkan resiko keterlambatan datangnya bahan baku yang dibutuhkan perusahaan, meminimalkan resiko dari bahan baku yang mempunyai kualitas yang kurang bagus sehingga harus dikembalikan, untuk menumpuk bahan-bahan yang dihasilkan musiman sehingga dapat digunakan bila bahan tersebut tidak ada di pasaran, mempertahankan stabilitas kinerja operasi perusahaan, memberikan pelayanan kepada pelanggan dengan sebaik-baiknya dimana permintaan pelanggan pada waktu tertentu dapat terpenuhi serta membuat pengadaan atau produksi yang tidak perlu sesuai dengan penggunaan atau penjualannya.

Menurut Yamit (1999), ada beberapa faktor mengapa sebuah persediaan sangat penting keberadaannya di dalam sebuah perusahaan yaitu faktor waktu yang berhubungan dengan proses produksi dan distribusi dari bahan baku mentah sampai dengan barang jadi kepada konsumen. Dalam keadaan ini persediaan diperlukan keberadaannya untuk memenuhi kebutuhan selama waktu tunggu. Kemudian faktor ketidakpastian penggunaan dari dalam perusahaan, yang disebabkan kesalahan prediksi permintaan, terjadinya kerusakan pada mesin, lamanya proses operasi dan adanya bahan yang *defect* sehingga harus dikembalikan kepada pemasok. Peran persediaan disini berguna untuk

mengantisipasi keadaan tersebut. Selanjutnya faktor ketidakpastiaan waktu kedatangan dari *supplier* yang menyebabkan perusahaan memerlukan persediaan agar tidak menghambat proses produksi maupun keterlambatan pengiriman kepada konsumen. Dan faktor yang terakhir adalah faktor ekonomis yang berfungsi ketika perusahaan ingin mendapatkan alternatif biaya rendah dalam memproduksi atau membeli item dengan menentukan jumlah yang paling ekonomis.

2.3 Permasalahan Persediaan

Untuk dapat melakukan pengelolaan sistem persediaan dengan baik, maka perlu dilakukan identifikasi permasalahan riil yang ada secara seksama. Hendaknya dibedakan antara permasalahan riil dan permasalahan yang diduga (*perceived proble*). Permasalahan riil yaitu permasalahan yang diidentifikasi berdasarkan fakta dan data objektif.

Permasalahan persediaan yang pertama adalah permasalahan kebijakan persediaan (*inventory policy*) adalah permasalahan dalam sistem persediaan yang berkaitan dengan bagaimana menjamin agar setiap permintaan pemakai dapat dipenuhi. Masalah ini terkait dengan penentuan besarnya *operating stock* dan *safety stock*, yaitu berapa jumlah barang yang akan dipesan/dibuat, kapan saat pemesanan/pembuatan dilakukan serta berapa jumlah persediaan pengamannya. Jenis permasalahan ini pada hakikatnya dapat dikuantifikasikan dan jawabannya akan terkait dengan jenis metode pengendalian persediaan terbaik yang digunakan. Permasalahan yang kedua adalah permasalahan operasional, permasalahan ini lebih bersifat kualitatif dan pada prinsipnya berkaitan dengan permasalahan kelancaran dan efisiensi mekanisme serta prosedur pengoperasian sistem persediaan. Permasalahan ini bersifat rutin sebab selalu dijumpai dalam pengelolaan sistem persediaan sehari-hari (*day to day operation*). Permasalahan operasional ini dapat dibedakan atas permasalahan pengorganisasian dan administrasi persediaan, permasalahan koordinasi antar unit organisasi yang terkait dan permasalahan eksternal yang biasanya diluar kendali pengelola sistem (Bahagia, 2006).

2.4 Klasifikasi Persediaan

Persediaan dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu berdasarkan bentuknya, fungsinya dan sifatnya. Berdasarkan bentuknya, Persediaan diklasifikasikan menjadi bahan baku (*raw material*), barang setengah jadi (WIP) dan produk jadi (*finished product*). Klasifikasi ini biasanya hanya berlaku pada konteks perusahaan manufaktur. Kemudian berdasarkan fungsinya, persediaan bisa dibedakan menjadi empat yang pertama adalah *pipeline/transit inventory* adalah persediaan yang muncul karena *lead time* pengiriman dari satu tempat ke tempat lain. Yang kedua *cycle Stock* adalah persediaan yang memiliki siklus tertentu, pada saat pengiriman jumlahnya banyak kemudian sedikit demi sedikit berkurang akibat dipakai atau dijual sampai akhirnya habis atau hampir habis kemudian mulai dengan siklus baru lagi. Kemudian berdasarkan fungsinya yang ketiga adalah Persediaan pengaman (*safety Stock*) berfungsi sebagai perlindungan terhadap ketidakpastian permintaan maupun pasokan. Yang terakhir adalah *anticipation Stock* adalah persediaan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan akibat sifat musiman dari permintaan terhadap suatu produk. klasifikasi yang terakhir adalah berdasarkan sifat ketergantungan kebutuhan antara satu item dengan item lainnya. Item-item yang kebutuhannya tergantung pada kebutuhan item lain dinamakan *dependent item*. Sebaliknya, kebutuhan *independent demand item* tidak tergantung pada kebutuhan item lain. Yang termasuk dalam *dependent demand item* biasanya adalah komponen atau bahan baku yang akan digunakan untuk membuat produk jadi. Kebutuhan bahan baku dan komponen tersebut ditentukan oleh banyaknya jumlah produk jadi yang akan dibuat dengan menggunakan komponen atau bahan baku tersebut. Ketergantungan permintaan ini biasanya diwujudkan dalam bentuk struktur/komposisi produk atau *bill of materials* (BOM). Produk jadi biasanya tergolong dalam *independent demand item* karena kebutuhan akan satu produk jadi tidak langsung mempengaruhi produk jadi yang lain (Pujawan, 2005).

Dalam manajemen persediaan, barang-barang dapat dibagi menurut beberapa sudut pandang/pendekatan, yang antara lain yaitu menurut jenis terbagi menjadi dua yaitu barang umum (*general materials*) dan suku cadang (*spare*

parts). Kemudian jenis barang menurut harganya terbagi menjadi tiga yaitu berharga tinggi (*high value item*) barang ini biasanya berjumlah sekitar hanya 10% dari jumlah item persediaan, namun jumlah nilainya mewakili sekitar 70% dari seluruh nilai persediaan dan oleh sebab itu memerlukan tingkat pengawasan yang sangat tinggi. Yang kedua adalah barang berharga menengah (*medium value item*) barang ini biasanya berjumlah kira-kira 20% dari jumlah item persediaan dan jumlah nilainya juga sekitar 20% dari jumlah nilai persediaan, sehingga memerlukan tingkat pengawasan cukup saja. Pembagian jenis barang menurut harganya yang terakhir adalah barang berharga rendah (*low value items*) berlawanan dengan barang berharga tinggi, jenis barang ini biasanya berjumlah kira-kira 70% dari seluruh pos persediaan, namun nilai harganya hanya mewakili 10% saja dari seluruh nilai barang persediaan, sehinggahanya memerlukan tingkat pengawasan rendah. Pembagian jenis barang yang selanjutnya adalah menurut frekuensi penggunaan barang yang cepat pemakaian atau pergerakannya (*fast moving items*) barang ini frekuensi penggunaannya dalam 1 tahun lebih dari sekian bulan tertentu, misalnya lebih dari 4 bulan sehingga barang jenis ini memerlukan frekuensi perhitungan pemesanan kembali yang lebih sering. Kemudian barang lambat pemakaian atau pergerakannya (*slow moving items*) barang yang frekuensi penggunaannya dalam 1 tahun kurang dari sekian bulan tertentu misalnya dibawah 4 bulan sehingga barang jenis ini memerlukan frekuensi perhitungan pemesanan kembali yang tidak sering. Pembagian jenis barang selanjutnya berdasarkan gabungannya dengan produksi terdapat barang langsung (*direct materials*) jenis barang yang langsung digunakan dalam produksi akhir. Jadi bahan mentah, bahan penolong, barang setengah jadi, barang jadi dan barang komoditas termasuk dalam kategori ini. Kemudian barang tidak langsung (*indirect materials*) merupakan jenis barang yang tidak ada hubungannya dengan proses produksi namun diperlukan untuk memelihara mesin dan fasilitas yang digunakan untuk proses produksi (Indrajit and Djokopranoto 2003). Dalam sistem persediaan *multi-product*, tidak semua produk dapat menghasilkan keuntungan yang sama. Karena itu klasifikasi produk penting dilakukan untuk membedakan produk mana yang menguntungkan dan produk mana yang tidak menguntungkan.

2.5 Metode FSN-ABC

Analisa FSN adalah suatu metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan item berdasarkan frekuensi penggunaan. Dalam analisa FSN, klasifikasi akan berupa material yang tergolong *Fast Moving*, *Slow Moving*, atau *Non Moving* (Wigati 2017). FSN analysis bertujuan dalam pengelompokkan barang yang berdasarkan atas pergerakan barang tersebut (Hudori & Niro 2019). Barang yang dikategorikan ke dalam barang yang bernilai rendah dan bernilai tinggi akan diklasifikasikan berdasarkan *consumption rate* (tingkat konsumsi dari barang). Analisis FSN adalah analisis berbasis rasio konsumsi akan suatu produk. Langkah-langkah analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menentukan persediaan awal, yaitu persediaan item yang ada di awal periode pengamatan.
- Menentukan persediaan akhir, yaitu persediaan barang yang tersisa di akhir periode pengamatan. Persediaan akhir periode yang diamati merupakan persediaan awal periode berikutnya. Jumlah persediaan akhir dapat dihitung dengan rumus:

$$Pak = Paw + Pms - Pmk$$

di mana: Pak = persediaan akhir

Paw = persediaan awal

Pms = barang masuk

Pmk = barang yang dipakai

- Menghitung nilai rata-rata persediaan, yaitu nilai rata-rata persediaan *sparepart* yang ada pada periode pengamatan. Nilai rata-rata persediaan dapat dihitung dengan rumus:

$$Prt = \frac{Paw + Pak}{2}$$

di mana:

Prt = persediaan rata-rata

- Menghitung turn over ratio (TOR) parsial, yaitu rasio perputaran persediaan pada periode pengamatan. Nilai TOR parsial dapat dihitung dengan rumus:

$$TORp = \frac{Pmk}{Prt}$$

di mana:

$TORp$ = perputaran persediaan parsial selama periode pengamatan

Pmk = pemakaian barang selama periode t

- Menghitung lamanya waktu penyimpanan, yaitu waktu rata-rata yang dialami oleh setiap *sparepart* untuk mengalami penyimpanan di gudang. Lamanya waktu penyimpanan barang dapat dihitung dengan rumus:

$$Wsp = \frac{Jhp}{TOR}$$

di mana:

Wsp = lamanya waktu penyimpanan

Jhp = jumlah t selama periode pengamatan

- Menghitung turn over ratio (TOR), yaitu rasio perputaran persediaan selama satu tahun. Nilai TOR dapat dihitung dengan rumus:

$$TOR = \frac{Jht}{Wsp}$$

di mana:

TOR = perputaran persediaan selama satu tahun

Jht = jumlah bulan selama satu tahun

- Kemudian akan diklasifikasikan FSN berdasarkan nilai TOR (Devarajan dan Jayamohan (2016)), Nilai rasio yang didapatkan akan diklasifikasikan ke dalam tiga kategori yaitu :

1. *Fast Moving* (F) item- item yang memiliki nilai rasio lebih besar dari 3.
2. *Slow moving* (S) item-item yang memiliki nilai rasio antara 1 dan 3.
3. *Non-moving* (N) item-item yang memiliki rasio di bawah 1.

Setelah melakukan analisa FSN, selanjutnya akan dilakukan klasifikasi yang berdasarkan dari sisi kontribusi biaya yaitu klasifikasi ABC. Pengklasifikasian ini dapat diaplikasikan dalam manajemen persediaan yang disebut dengan ABC analysis atau yang disebut juga dengan prinsip Pareto (Zulfikarijah 2005). Faktor yang diperhitungkan pada klasifikasi ABC adalah unit *cost*.. Pada prinsipnya analisis ABC ini adalah mengklasifikasikan jenis barang yang didasarkan atas tingkat investasi tahunan yang terserap didalam penyediaan

persediaan untuk setiap jenis barang. Berdasarkan prinsi Pareto, barang dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori. Yang pertama kategori A (80-20%) terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 80% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan dan jumlah jenis barangnya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola. Kategori B(15-30) terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan (sesudah kategori A) dan jumlah jenis barangnya sekitar 30% dari semua jenis barang yang dikelola. Kategori C (5-50%) terdiri dari jenis barang yang menyerap dan hanya sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan (yang tidak termasuk kategori A dan B) dan jumlah jenis barangnya sekitar 50% dari semua jenis barang yang dikelola (Bahagia, 2006).

Langkah-langkah dalam membuat analisis ABC yang pertama membangun karakteristik item yang mempengaruhi hasil manajemen persediaan. Hal ini biasanya dipengaruhi oleh penggunaan dolar tahunan tetapi mungkin terdapat kriteria lain, seperti kelangkaan bahan. Yang kedua mengklasifikasikan item ke dalam kelompok berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Langkah ketiga menerapkan tingkat kontrol sebanding dengan pentingnya kelompok. Faktor yang mempengaruhi pentingnya item termasuk penggunaan dolar tahunan, biaya tiap unit dan kelangkaan material. Untuk sederhananya, hanya penggunaan dolar tahunan yang akan digunakan dalam tulisan ini. Prosedur untuk mengklasifikasikan dengan penggunaan dolar tahunan adalah sebagai berikut. Yang pertama menentukan penggunaan tahunan untuk setiap item. Kedua kalikan penggunaan tahunan setiap item dengan biaya untuk mendapatkan total penggunaan dolar tahunan. Langkah yang ketiga daftar item sesuai dengan penggunaan dolar tahunan mereka. Keempat hitung kumulatif penggunaan dolar tahunan dan persen kumulatif tiap item. Langkah terakhir adalah mengelompokkan item dalam kelompok A,B dan C berdasarkan persentase penggunaan tahunan (Arnold, dkk. 2008).

Setelah melakukan pengklasifikasian dengan kedua metode tersebut, kedua metode klasifikasi tersebut akan dikombinasi dalam matriks FSN-ABC yang dirumuskan dengan menyilangkan kedua metode tersebut. Dari kombinasi

tersebut di dapatkan kombinasi AF,AS,AN,BF,BS,BN,CF,CS,CN (Kumbhar & Dhavale 2016)

Tabel 2.1 Matriks FSN-ABC

| | F | S | N |
|---|----|----|----|
| A | AF | AS | AN |
| B | BF | BS | BN |
| C | CF | CS | CN |

Sumber : Kumbhar & Dhavale (2016)

2.6 Kebijakan Persediaan

Dalam sistem persediaan ketidakpastian dapat berasal dari pemakai (*user*) yang berupa fluktuasi permintaan yang dicerminkan oleh variansi atau deviasi standarnya (S), ketidakpastian yang selanjutnya adalah pemasok (*supplier*) yang berupa ketidaktepatan waktu pengiriman waktu pengiriman barang yang dicerminkan oleh waktu anjang-angangnya (*lead time/ L*), selain itu sistem manajemen (pengelola) yang berupa ketidakhandalan pengelola dalam menyikapi permasalahan yang dicerminkan dengan faktor resiko yang mampu ditanggung ($Z\alpha$). Ketidakpastian yang dimaksud disini bersifat acak tetapi dengan pola distribusi kemungkinan diketahui. Secara statistik fenomena probabilistik adalah fenomena yang dapat diprediksi parameter populasinya baik ekspektasi, variansi, maupun pola distribusi kemungkinannya. Adanya fenomena probabilistik didalam sistem persediaan mengakibatkan pengelolaannya menjadi lebih sulit bila dibandingkan dengan sistem persediaan deterministik, sebab dengan adanya fenomena ketidakpastian akan menyebabkan timbulnya variansi yang merupakan sumber penyimpangan dari rencana yang telah dibuat. Adanya fenomena ini akan mengakibatkan perlunya cadangan pengaman (*safety stock*) yang akan digunakan untuk meredam fluktuasi permintaan atau fluktuasi pasokan selama waktu anjang-ancang atau selama kurun waktu tertentu. Dengan demikian dalam sistem persediaan probabilistik yang dimaksud dengan kebijakan persediaan hanya terkait dengan *operating stock*, tapi juga dengan cadangan pengaman, secara operasional kebijakan persediaan dijabarkan ke dalam 3 keputusan yaitu menentukan besarnya ukuran lot pemesanan ekonomis (q_0) , menentukan saat pemesanan ulang dilakukan (r) dan menentukan besarnya cadangan pengaman (ss). Dengan adanya

cadangan pengaman dalam sistem persediaan probabilistik, bukan berarti bahwa permintaan barang dijamin dapat selalu dipenuhi namun kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan masih bisa terjadi. Dengan demikian tingkat pelayanan seperti yang akan terjadi pada sistem persediaan probabilistik tidak dapat dijamin 100% seperti yang terjadi pada sistem persediaan deterministik. Oleh karena itu perlu ditentukan tingkat pelayanan yang baik dengan memperhitungkan ongkos kekurangan barang (*shortage cost*).

Untuk menentukan kebijakan persediaan probabilistik dikenal adanya 2 metode dasar, yaitu metode Q dan metode P. Untuk dapat menggunakan kedua metode ini asumsi yang digunakan adalah permintaan barang bersifat probabilistik dengan distribusi kemungkinan diketahui, kemudian asumsi kedua harga barang yang dipesan konstan dan tidak bergantung pada ukuran lot pemesanan, asumsi yang terakhir adalah ongkos satuan simpan konstan dan tidak bergantung pada besarnya barang yang disimpan. Ongkos pesan tetap untuk setiap kali pemesanan, serta ongkos kekurangan barang sebanding dengan jumlah kekurangannya. Kebijakan persediaan dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *continuous review* dan *periodic review* (Bahagia, 2006)

2.6.1 Continuous Review Policy

Metode *continuous review policy* peninjauan persediaan dilakukan secara kontinu atau terus menerus dan order dilakukan ketika persediaan mencapai tingkat tertentu atau *reorder point* (Silver, Pyke et al. 1998). *Continuous review policy* adalah persediaan secara berkelanjutan dipantau dan sebuah *order* sebesar Q akan ditempatkan apabila persediaan berada dalam posisi *reorder point* (ROP). Besarnya order pada kebijakan ini selalu tetap sedangkan yang mengalami fluktuasi adalah interval *ordernya* (Chopra and Meindl 2007). *continuous review policy* adalah metode dimana persediaan diperiksa secara terus-menerus dan letak order ketika berada pada batas tingkat khusus atau *reorder point* (Simchi-Levi, Kaminsky et al. 2008). Kebijakan *continuous review* terbagi menjadi dua, yaitu (s,Q) dan (s,S). Kebijakan (s,S) system juga termasuk dalam bentuk *continuous review* dan seperti sistem (s,Q) pemesanan dilakukan ketika posisi persediaan

berada pada titik pesan s atau dibawahnya. Namun berbeda dengan sistem (s, Q) , Variabel jumlah pesanan digunakan untuk menaikkan posisi persediaan sehingga mencapai tingkat S (*order-up-to-level*). Sistem (s, S) biasanya juga disebut sebagai min-max system karena posisi persediaan selalu berada diantara nilai minimum dari s dan nilai maksimum dari S . Sistem (s, S) terbaik dapat ditunjukkan pada total biaya pemesanan, penyimpanan dan kekurangan tidak lebih besar dari sistem (s, Q) yang terbaik. Karakteristik sistem persediaan Continuous Review (s, S) adalah jumlah barang yang dipesan saat pemesanan tidak tetap. Pemesanan akan terus dilakukan hingga jumlah persediaan mencapai titik maksimum persediaan (S). (Silver, dkk. 1998).

2.6.1.1 Order-point, order-quantity (s, Q) system

Merupakan salah satu bentuk *continuous review*, dimana review interval (R) sama dengan 0. Pemesanan dilakukan pada jumlah yang tetap (Q) ketika posisi persediaan mencapai titik reorder point (s) atau dibawahnya sistem (s, Q) biasanya juga disebut sebagai *two-bin system* karena salah satu bentuk implementasi fisik adalah dengan mempunyai dua bin untuk penyimpanan item. Keuntungan dari jumlah pesanan tetap (s, Q) system adalah cukup sederhana, terutama dalam bentuk dua bin sehingga petugas stok paham, kesalahan kemungkinan kecil terjadi dan kebutuhan produksi untuk supplier dapat diprediksi. Kelemahan utama dalam sistem (s, Q) cukup besar, maka penambahan ukuran Q bahkan tidak akan menaikkan posisi persediaan diatas titik pemesanan ulang (Silver, dkk. 1998). Menurut Simchi-Levi, Kaminsky et al. (2008), Kebijakan (R, Q) bila sewaktu-waktu tingkat persediaan mencapai pada *reorder level* R maka lakukan pemesanan sebesar Q unit, dimana notasi R adalah *reorder point* sedangkan referensi sebelumnya menggunakan notasi s untuk *reorder point*.

Langkah-langkah perhitungan metode (s, Q) adalah sebagai berikut :

➤ .Langkah 1

$$Q_{old} = \sqrt{\frac{2Kr}{h}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Q_{old} = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan

r = Total permintaan

K = Biaya pemesanan

h = Biaya simpan

➤ Langkah 2

$$F(k) = \frac{\pi \cdot r - h \cdot Q}{\pi \cdot r} \dots\dots\dots(2)$$

$$k = \text{Diperoleh dari tabel Z} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

$F(k)$ = *Demand probability*

π = Biaya *backorder*

r = Total permintaan

Q_{old} = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan

h = Biaya simpan

k = *Safety factor*

➤ Langkah 3

$$N(k) = \sigma_L \times E(k) \dots\dots\dots(4)$$

$$\sigma_L = \sigma \times \sqrt{L} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

$N(k)$ = Besarnya kekurangan persediaan

σ_L = Standar deviasi permintaan selama *lead time*

$E(k)$ = *Partial expectation*

σ = Standar deviasi permintaan

L = *Lead time*

➤ Langkah 4

$$Q_{new} = \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot r (K + (\pi N(k)))}{h}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

Q_{new} = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan dengan mempertimbangkan $N(k)$

r = Total Permintaan

$N(k)$ = Besarnya kekurangan persediaan

K = Biaya pemesanan

π = Biaya *backorder*

h = Biaya simpan

➤ Langkah 5

$$|Q_{new} - Q_{old}| < \varepsilon \dots\dots\dots(7)$$

Jika $|Q_{new} - Q_{old}| < \varepsilon$ lanjut kelangkah 6, jika tidak kembali kelangkah 2

Keterangan :

$$\varepsilon = 0,1$$

Q_{old} = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan

Q_{new} = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan dengan mempertimbangkan $N(k)$

➤ Langkah 6

$$s = \mu + k\sigma_L \dots\dots\dots(8)$$

$$\sigma_L = \sigma \times \sqrt{L} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

s = *Reorder Point*

k = *Safety factor*

μ = *Mean demand*

σ_L = Standar deviasi permintaan selama *lead time*

σ = Standar deviasi permintaan

L = *Lead time*

2.6.1.2 Order-point, order-up-to-level (s,S) system

Kebijakan (s,S) sistem juga termasuk dalam bentuk *continuous review* dan seperti sistem (s,Q) pemesanan dilakukan ketika posisi persediaan berada pada titik pesan s atau dibawahnya. Namun berbeda dengan sistem (s,Q), Variabel jumlah pesanan digunakan untuk menaikkan posisi persediaan sehingga mencapai tingkat S (*order-up-to-level*). Sistem (s,S) biasanya juga disebut sebagai min-max system karena posisi persediaan selalu berada diantara nilai minimum dari s dan nilai maksimum dari S. Sistem (s,S) terbaik dapat ditunjukkan pada total biaya pemesanan, penyimpanan dan kekurangan tidak lebih besar dari sistem (s,Q) yang terbaik. Kelemahan sistem (s,S) ini adalah adanya variasi dalam jumlah pemesanan. *Supplier* dapat membuat kesalahan lebih sering dan mereka memilih jumlah pesanan yang tetap (Silver, dkk. 1998).

Langkah-langkah perhitungan pada metode (s,S) adalah sebagai berikut :

➤ Langkah 1

$$Q = \sqrt{\frac{2 K r}{h}} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

Q = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan

r = Total permintaan

K = Biaya pemesanan

h = Biaya simpan

➤ Langkah 2

$$F(k) = \frac{\pi.r - h Q}{\pi.r} \dots\dots\dots(11)$$

k = Diperoleh dari tabel Z.....(12)

Keterangan :

F(k) = *Demand probability*

π = Biaya *shortage (backorder)*

r = Total permintaan

Q = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan

h = Biaya simpan

k = *Safety factor*

➤ Langkah 3

$$SS = k \times \sigma_L \dots\dots\dots(13)$$

$$\sigma_L = \sigma \times \sqrt{L} \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan :

SS = *Safety stock*

k = *Safety factor*

σ_L = Standar deviasi permintaan selama *lead time*

σ = Standar deviasi permintaan

R = Periode Review

➤ □ Langkah 4

$$s = \mu + SS \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan :

s = *Reorder Point*

SS = *Safety stock*

μ = *Mean demand*

➤ Langkah 5

$$S = Q + s \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan :

S = Maksimum persediaan

Q = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan

s = *Reorder Point*

2.6.2 Periodic Review Policy

Dalam *periodic review* peninjauan persediaan dilakukan secara periodik atau pada periode tertentu misal tiap minggu atau tiap bulan (T) dan order

dilakukan jika pada saat *review* persediaan berada dibawah atau sama dengan *reorder point*. Tipe kebijakan ini paling tepat untuk sistem yang tidak memungkinkan untuk sering melakukan peninjauan persediaan dan melakukan pemesanan jika dibutuhkan (Silver *et al.* 1998). *Periodic review policy*, persediaan secara *periodic* dipantau dimana besarnya interval ditentukan oleh perusahaan. *Replenishment* pada *periodic review* adalah *order up to level* (r,S) yaitu setiap periode *review* maka perusahaan akan melakukan order untuk mencapai *maximum inventory level* (Chopra and Meindl 2007). *Periodic review policy* yang mana tingkat persediaan akan diperiksa dengan jarak atau jeda yang tetap dan kuantitas pemesanan yang tepat akan diperoleh setiap melakukan *review* (Simchi-Levi, Kaminsky *et al.* 2008). Kebijakan *periodic review* terbagi menjadi dua metode yaitu (R,S) dan (R,s,S). (R,s,S) adalah kombinasi dari sistem (s,S) dan (R,S) setiap periode R dilakukan pemeriksaan posisi persediaan. Jika posisi persediaan berada atau dibawah *reorder point* s, maka dilakukan order untuk memenuhi persediaan hingga mencapai tingkat S. Namun jika posisi persediaan masih diatas s, maka tidak ada yang dilakukan sampai periode pemeriksaan selanjutnya. Sistem (R,s,S) terbaik akan memberikan total persediaan dan juga biaya penyimpanan dan kekurangan yang jauh lebih rendah dibanding sistem lainnya (Silver, dkk. 1998)

2.6.2.1 Periodic-Review, Order-up-to level (R,S) system

Sistem ini juga dikenal sebagai *replenishment cycle system*, biasanya digunakan oleh perusahaan yang tidak menggunakan komputer untuk mengontrol persediaan. Selain itu biasanya digunakan ketika item dipesan dari supplier yang sama atau berbagi sumber daya yang dibutuhkan. Cara melakukan kontrol adalah setiap R unit waktu (setiap pemeriksaan) dilakukan order agar posisi persediaan mencapai tingkat S. Koordinasi yang dihasilkan dari sistem ini data memberikan penghematan biaya yang signifikan. Disamping itu sistem (R,S) menawarkan kesempatan untuk menyesuaikan pesanan sampai ketinggian S, jika pola permintaan berubah seiring dengan waktu. Namun kelemahan sistem ini adalah

biaya penyimpanannya lebih besar dari pada *continuous review* (Silver, dkk. 1998).

Langkah-langkah perhitungan dengan metode (R,S) adalah sebagai berikut :

➤ Langkah 1

$$R = \frac{Q}{r} = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{r \cdot h}} \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan :

R = Waktu periodik pemeriksaan

Q = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan

r = Jumlah permintaan

K = Biaya pesan

h = Biaya simpan

➤ Langkah 2

$$F(k) = \frac{\pi \cdot r - h \cdot R}{\pi \cdot r} \dots\dots\dots(18)$$

$$k = \text{Diperoleh dari tabel Z} \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan :

F(k) = *Demand probability*

π = Biaya *backorder*

r = Total permintaan

R = Waktu periodik pemeriksaan

h = Biaya simpan

k = *Safety factor*

➤ Langkah 3

$$S = \mu_{L+R} + (Kx\sigma_{L+R}) + R \dots\dots\dots(20)$$

$$\mu_{L+R} = \mu \times \sqrt{(L + R)} \dots\dots\dots(21)$$

$$\sigma_{L+R} = \sigma \times \sqrt{(L + R)} \dots\dots\dots(22)$$

Keterangan :

S = Maksimum Persediaan

μ_{L+R} = *Mean Demand* selama periode review dan *replenishment lead*

time, dalam satuan unit

σ_{L+R} = Standar deviasi permintaan selama periode review dan *replenishment*

lead time , dalam satuan unit

R = Periode Review

σ = Standar deviasi permintaan

μ = *Mean Demand*

k = *Safety factor*

2.6.2.2 (R, s, S) system

Adalah kombinasi dari sistem (s,S) dan (R,S) setiap periode R dilakukan pemeriksaan posisi persediaan. Jika posisi persediaan berada atau dibawah reorder point s , maka dilakukan order untuk memenuhi persediaan hingga mencapai tingkat S. Namun jika posisi persediaan masih diatas S , maka tidak ada yang dilakukan sampai periode pemeriksaan selanjutnya. Sistem (R,s,S) terbaik akan memberikan total persediaan dan juga biaya penyimpanan dan kekurangan yang jauh lebih rendah dibanding sistem lainnya (Silver, dkk. 1998).

Langkah-langkah perhitungan pada metode (R, s, S) adalah sebagai berikut :

➤ Langkah 1

$$R = \frac{Q}{r} = \sqrt{\frac{2.K}{r.h}} \dots\dots\dots(23)$$

Keterangan :

R = Waktu periodik pemeriksaan

Q = *Order quantity* atau besarnya ukuran lot pemesanan

r = Jumlah permintaan

K = Biaya pesan

h = Biaya simpan

➤ Langkah 2

$$F(K) = \frac{\pi.r-h.R}{\pi.r} \dots\dots\dots(24)$$

k = Diperoleh dari tabel Z.....(25)

Keterangan :

$F(k)$ = Demand probability

π = Biaya backorder

r = Total permintaan

R = Periode Review

h = Biaya simpan

k = Safety factor

➤ Langkah 3

$SS = k \times \sigma_{L+R}$(26)

$\sigma_{L+R} = \sigma \times \sqrt{(L + R)}$(27)

Keterangan :

SS = Safety stock

k = Safety factor

σ_{L+R} = Standar deviasi permintaan selama periode review dan replenishment lead time , dalam satuan unit

σ = Standar deviasi permintaan

R = Periode Review

L = Lead time

➤ Langkah 4

$s = \mu_{L+R} + SS + \left(\frac{\mu \cdot R}{2}\right)$ (28)

$\mu_{L+R} = \mu \times \sqrt{(L + R)}$ (29)

Keterangan :

s = Reorder point

SS = Safety stock

μ_{L+R} = Mean Demand selama periode review dan replenishment lead time, dalam satuan unit

μ = Mean Demand

R = Periode Review

L = Lead time

➤ Langkah 5

$$S = R + s - \left(\frac{\mu R}{2} \right) \dots\dots\dots(30)$$

Keterangan :

s = *Reorder point*

S = Maksimum persediaan

SS = *Safety stock*

μ = *Mean Demand*

R = Periode Review

2.7 Simulasi Persediaan *Monte Carlo*

Simulasi *Monte Carlo* menurut Tersine (1994), adalah simulasi probabilistik yang mendekati solusi sebuah masalah dengan *sampling* dari suatu proses random data. Simulasi *Monte Carlo* merupakan metode analisa numerik yang melibatkan sampel eksperimen bilangan acak. Simulasi *Monte Carlo* ini menjadi model simulasi yang populer yang digunakan untuk masalah pengendalian persediaan. Model simulasi ini berbentuk simulasi probabilistik yang solusi pemecahan masalahnya menggunakan proses randomisasi (Djati,2007). Tujuan simulasi ini adalah untuk mengestimasi distribusi dari *output* variabel yang nilainya tergantung pada variabel-variabel input yang memiliki probabilitas sehingga simulasi *Monte Carlo* menggunakan distribusi peluang pada bilangan random dalam perhitungannya. Data random digunakan untuk menjelaskan pergerakan setiap variabel acak dari waktu ke waktu dan memungkinkan untuk mendekati keadaan realistik dari sebuah peristiwa yang terjadi. Simulasi *Monte Carlo* merupakan sebuah cara dalam melihat masalah bahwa ada banyak kemungkinan yang dapat muncul dalam sebuah *project*, seperti kemungkinan harga, volume dan lain sebagainya.

Menurut Russel dan Taylor (2011) Simulasi *Monte Carlo* merupakan metode untuk menganalisa ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk

menentukan variasi random mempengaruhi performa atau reliabilitas dari sistem yang dimodelkan. Simulasi ini termasuk sebagai metode sampling karena inputan dibangkitkan secara random (*generate random*) dari suatu distribusi probabilitas untuk mensimulasikan kondisi nyata .

Langkah-langkah melakukan simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut :

1. Melakukan input variabel yang akan digunakan
2. Mendefinisikan distribusi probabilitas dari beberapa variabel utama
3. Membuat kumulatif distribusi untuk masing-masing variabel
4. Membuat interval dari hasil kumulatif distribusi untuk random digit dari masing-masing variabel
5. Menentukan bilangan acak dari kumulatif distribusi probabilitas untuk menentukan nilai variabel tertentu untuk digunakan dalam simulasi.

2.8 Service Level

Service level adalah tingkat pelayanan yang dilakukan oleh PIC dalam memenuhi kebutuhan konsumen. *Service level* menunjukkan jumlah pemesanan akan suatu item dapat memenuhi kebutuhan *user*. *Service level* biasanya juga didefinisikan untuk beberapa waktu tertentu, ketika pesanan biasanya dipenuhi dari stok, atau dalam cara tepat lainnya. Terdapat beberapa cara dalam mengukur *service level* yaitu, dapat dihitung dalam unit, uang, transaksi atau pesanan. Tidak ada ukuran *service level* yang biasanya tepat untuk semua item dalam persediaan. Penetapan nilai *service level* merupakan hasil dari pertimbangan manajemen secara subjektif (Pujawan,2005).

Pengelolaan sistem inventori tidaklah semata-mata mencari biaya inventori yang minimal , tetapi juga harus memperhitungkan tingkat pelayanan atau *service level* yang diinginkan. Menurut Bahagia (2006) bahwa semakin tinggi tingkat pelayanan akan semakin tinggi pula biayanya, begitu juga jika tingkat pelayanannya rendah. Dengan demikian pengelolaan inventori bukanlah mencari tingkat pelayanan maksimum, tetapi bagaimana mendapatkan pelayanan terbaik dengan biaya yang seminimal mungkin

Service level dinyatakan dalam satuan persen yang artinya apabila *service level* yang didapatkan mendekati nilai 100%, berarti kebutuhan akan suatu item dapat terpenuhi dengan baik. Nilai *service level* ini memiliki keterkaitan dengan jumlah kejadian kekurangan akan persediaan item/*stockout* (Taryana, 2008). Apabila perusahaan tidak mampu memenuhi permintaan/*demand* yang dibutuhkan oleh *user*, maka akan dilakukan pemesanan kembali/*backorder* untuk memenuhi kekurangan permintaan yang dibutuhkan oleh *user*. Dengan melakukan atau terjadi aktivitas pemesanan kembali/*backorder* dapat mempengaruhi nilai *service level*. Karena semakin sering melakukan aktivitas pemesanan kembali atau *backorder*, *service level* yang didapatkan akan semakin rendah, artinya pelayanan yang dilakukan PIC masih rendah. Begitu juga sebaliknya semakin jarang terjadinya pemesanan kembali/*backorder*, nilai *service level* yang didapatkan akan semakin tinggi. Jika pesanan pelanggan selalu dapat dipenuhi ketika diminta, maka *service level*nya adalah 100%. (Pujawan, 2005).

$$SL = 1 - \frac{\text{unit backorder}}{\text{Total demand}} \times 100\%$$

2.9 Biaya Persediaan

Menurut Tersine (1994) tujuan dari *inventory management* adalah memiliki material dalam jumlah yang tepat, pada tempat yang tepat di waktu yang tepat dan dengan biaya yang rendah. Berikut ini adalah biaya-biaya yang termasuk dalam biaya persediaan adalah *purchase cost*, merupakan harga beli dari suatu item yang dibeli dari sumber eksternal. *Purchase cost* juga disebut *unit production cost* jika item tersebut diproduksi sendiri secara internal perusahaan. Besarnya ongkos pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Kemudian *order cost*, merupakan biaya pemesanan suatu item atau bahan baku dari supplier. Dalam *order cost*/ biaya pemesanan meliputi biaya administrasi, biaya pembuatan *purchase requisition*, biaya pemilihan vendor, biaya untuk melakukan tender, biaya untuk mengadakan *aanwijzing*. Biaya persediaan yang berikutnya adalah *holding cost*, adalah biaya yang terkait dengan penyimpanan *inventory* yang meliputi biaya administrasi gudang, biaya listrik dan air, biaya sewa gudang (apabila perusahaan melakukan sewa gudang), biaya kerusakan dan penyusutan, biaya kadaluarsa, biaya asuransi dan biaya

kekurangan. Secara umum dapat dikatakan bahwa ongkos persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan selama horizon perencanaan waktu tertentu (Bahagia,2006). Dalam menghitung total biaya persediaan atau *Total Inventory Cost* dapat menggunakan rumus (Bahagia,2006) : $O_T = O_p + O_b + O_s + O_k$ (31)

Dimana : O_T = Total Biaya Persediaan

O_p = Biaya Pesan

O_b = Biaya Pembelian

O_s = Biaya Simpan

O_k = Biaya *Backorder*

Untuk menghitung biaya pesan dapat dihitung dengan mengalikan frekuensi pemesanan (f) dengan biaya tiap kali melakukan pemesanan (A) . Secara matematis biaya pesan dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$O_T = f \times A \text{(32)}$$

Untuk menghitung biaya pembelian dapat dihitung dengan mengalikan jumlah barang yang dibeli (D) dengan harga barang/item per-unitnya (p) . Secara matematis biaya pembelian dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$O_b = D \times p \text{(33)}$$

Untuk menghitung biaya simpan dapat dihitung dengan mengalikan jumlah persediaan yang simpan pada periode t (m) dengan biaya simpan pada periode t (h) . Secara matematis biaya simpan dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$O_s = m \times h \text{(34)}$$

Untuk menghitung biaya *backorder* dapat dihitung dengan mengalikan jumlah unit *backorder* (N_T) dengan biaya *backorder* setiap unit (C_u) . Secara matematis biaya *backorder* dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$O_k = N_T \times C_u \text{(35)}$$